สมหมาย ช่างเขียน : การศึกษาระบบตรวจวัตถุระเบิดและสารเสพติดที่ใช้นิวตรอนโดยการจำลองแบบมอนติคาร์โลและการทดลอง (STUDY OF THE NEUTRON-BASED EXPLOSIVE AND DRUG DETECTION SYSTEM USING MONTE CARLO SIMULATION AND EXPERIMENT) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พันเอก ดร. วรศิษย์ อุชัย, 161 หน้า.

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาถึงระบบตรวจวัตถุระเบิดและสารเสพติดที่ใช้นิวตรอนโดยการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบมอนติคาร์โลและการทำการทดลอง แหล่งกำเนิดนิวตรอนที่ใช้เพื่อการก่อกัมมันต์ในวัตถุระเบิดชนิด ทีเอ็นที (TNT) อาร์ดีเอ็กซ์ (RDX) และวัตถุทั่วไปอื่นๆ คือแคลิฟอร์เนียมและอะเมอริเซียมเบอริเลียม โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เพื่อการจำลองคือโปรแกรม MCNP5 ในการจำลองการเกิดสเปกตรัมของรังสีแกมมาที่เกิดจากการกัมมันต์ในไฮโดรเจน คาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน ทีเอ็นที อาร์ดีเอ็กซ์และวัตถุทั่วไปอื่นๆ นั้นอาศัยการแสดงผลชนิดเอฟ4 และเอฟ8 โดยในชนิดเอฟ4 จะเกิดเส้นสเปกตรัมรังสีแกมมาที่สำคัญต่างๆทั้งจากนิวตรอนอุณหภาพและนิวตรอนพลังงานสูง โดยมีเส้นสเปกตรัมที่สำคัญคือ 2.2 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์จากไฮโดรเจน 4.4 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์จากคาร์บอน 6.1 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์จากออกซิเจน และ 10.8 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ จากไนโตรเจน ส่วนการแสดงผลแบบเอฟ8 มีเพียงรังสีแกมมาพลังงาน 10.8 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์จากไนโตรเจนเกิดขึ้นในสเปกตรัมของ ทีเอ็นที อาร์ดีเอ็กซ์และเมลามีน ได้มีการออกแบบระบบตรวจวัตถุระเบิดที่มีอุโมงค์เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตรขึ้นมาและใช้เป็นแบบจำลองสำหรับการจำลองและการทดลอง ได้ทำการจำลองและวัดฟลักซ์ของนิวตรอนอุณหภาพที่กึ่งกลางอุโมงค์ของระบบตรวจวัตถุระเบิดดังกล่าว นอกจากนี้ยังได้ทำการจำลองและวัดปริมาณรังสี ณ จุดที่ห่างจากผิวนอกของระบบตรวจวัตถุระเบิด 1 เมตร ได้ทำการวัดพื้นที่ใต้กราฟของสเปกตรัมที่เกิดจากทีเอ็นทีน้ำหนัก 1000 กรัม 520 กรัม และ 200 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำผลการวัดที่ได้มาหาความไวในการตรวจของระบบตรวจวัตถุระเบิดโดยอาศัยเส้นรังสีแกมมาพลังงาน 10.8 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ พบว่ามีค่าเฉลี่ยเป็น 0.53 เคาน์/วินาที-กิโลกรัม แต่ค่าดังกล่าวที่ได้จากการจำลองมีค่าเป็น 6.64 เคาน์/วินาที-กิโลกรัมซึ่งสูงกว่าค่าจากการทดลอง 12.5 เท่า นอกจากนี้ได้ทำการออกแบบระบบตรวจวัตถุระเบิดที่ใช้แคลิฟอร์เนียมโดยมีอุโมงค์ตรวจขนาดใหญ่คือ กว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 80 เซนติเมตร และสูง 60 เซนติเมตรใช้พอลิเอทธิลีนเป็นตัวลดทอนพลังงานนิวตรอน ใช้ลิเธียมคาร์บอเนตเป็นตัวกำบังนิวตรอนและใช้ตะกั่วเป็นตัวกำบังรังสีแกมมา ได้ทำการประมาณค่าความแรงของแหล่งกำเนิดนิวตรอนที่จำเป็นสำหรับการตรวจทีเอ็นทีและอาร์ดีเอ็กซ์ด้วยความไวต่างๆ

สำหรับการตรวจทีเอ็นทีที่ 300 กรัม และอาร์ดีเอ็กซ์ที่ 150 กรัมนั้น พบว่าความแรงของแหล่งกำเนิดที่เหมาะสมคือ 5.8×10^{8} นิวตรอนต่อวินาที ได้ทำการประมาณค่าปริมาณรังสีที่ผิวนอกของระบบตรวจวัตถุระเบิดเช่นกันเมื่อใช้พอลีเอ็ทธิลีน ลิเธียมคาร์บอเนตและตะกั่วหนา 45 5 และ 0.5 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยแหล่งกำเนิดมีความแรง 5.8×10^{8} นิวตรอนต่อวินาที พบว่าปริมาณรังสีสูงสุดที่ผิวคือ 7.0×10^{-6} พิโคซีเวิร์ต ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์ปริมาณรังสีสูงสุดที่ยอมรับได้ เมื่อใช้ค่ารังสีสูงสุดนี้ประมาณค่าปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานกับระบบตรวจวัตถุระเบิดได้รับในเวลา 1 ปี (ทำงานแปดชั่วโมงต่อวัน ในเวลา 365 วัน) พบว่าปริมาณรังสีที่ได้รับคือ 0.03 ซีเวิร์ต

สาขาวิชาฟิสิกส์ ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

SOMMAI CHANGKIAN : STUDY OF THE NEUTRON-BASED EXPLOSIVE AND DRUG DETECTION SYSTEM USING MONTE CARLO SIMULATION AND EXPERIMENT. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. WORASIT UCHAI, Ph.D. 161 PP.

NEUTRON-BASED TECHNIQUE / EXPLOSIVE DETECTION / MONTE CARLO SIMULATION / THERMAL NEUTRON ACTIVATION / FAST NEUTRON ACTIVATION / GAMMA RAY ATTENUATION

The neutron-based explosive and drug detection system is studied by using Monte Carlo simulation and experiment. Cf and Am/Be are used as neutron sources for activations of TNT, RDX and other common materials. MCNP5 is used as the Monte Carlo computer code for simulations. The F4 and F8 tallies of gamma ray spectra resulted from activations of H, C, N, O, TNT, RDX and other common materials are used in the simulations. For F4 tallies, all of the important gamma ray lines results from the thermal and fast nuclear reactions (2.2, 4.4, 6.1 and 10.8 MeV from H, C, O and N, respectively) present in their respective spectra. For F8 tallies, only the 10.8 MeV from N presents in the pulse height spectra of TNT, RDX and Melamine.

The geometry of the small explosive detection system (EDS) with the inspection cavity of 30 cm $\times$ 40 cm $\times$ 15 cm is designed and used as a model for MCNP simulations and experimental set up. The thermal neutron fluxes created at the center of the EDS are simulated and experimentally measured. Dose at points of 1 m away from the EDS's surfaces are also simulated and measured. The pulse height spectra resulting from inspections of 1000, 520 and 200 g of TNT are measured experimentally. The average detection sensitivity for inspections of

the 10.8 MeV gamma ray lines is 0.53 counts/s-kg. However, the corresponding MCNP simulation detection sensitivity value is 0.60 counts/s-kg. It is about 13% different from the experimental value.

A large EDS suitable for the inspection of briefcase or small parcel by using Cf-source is also designed. It has a dimensions of 40 cm $\times$ 60 cm $\times$ 80 cm with polyethylene, lithium carbonate and lead as the moderator, neutron shielding and gamma ray shielding materials, respectively. The source strength required for inspections of TNT and RDX with a certain detection sensitivity is estimated. For inspections of TNT and RDX with sensitivity of 300 and 150 g, respectively, the source strength required is 5.9 $\times$ 10^8 n/s. Doses at various surfaces of the EDS are also estimated. With polyethylene, lithium carbonate and lead of 45, 5 and 0.5 cm thick and source strength of 5.9 $\times$ 10^8 n/s, the highest surface dose is 7.0 $\times$ 10^{-6} pSv. This value is used to estimate the maximum total dose received by an operator working with the EDS for one year (8 hours per day for 365 days). The results is 0.03 Sv which is well under the whole body maximum permissible dose of 0.05 Sv.

School of Physics

Academic Year 2006

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

Co-advisor's Signature _____